

VALORISATION ENERGETIQUE DE LA BIOMASSE : ETUDE EXPERIMENTALE COMPARATIVE DE LA COMBUSTION EN LIT FIXE DES GRIGNONS D'OLIVES ET LA SCIURE DE BOIS

M. A. BENNINI¹, T. BOUSHAKI², M. ASBIK¹, B. SARH², A. KOUKOUCH¹,
I. BAKHATTAR^{1,3}

¹Equipe de Matériaux & Energies Renouvelables, Faculté des Sciences, UMI, BP11201, Zitoune, Meknès, Maroc, asbik_m@yahoo.fr, bennini.allae@gmail.com, abdelghanikoukouch@gmail.com

²L'Institut de Combustion Aérothermique Réactivité et Environnement (ICARE), CNRS - 1C avenue de la Recherche Scientifique, 45071 Orléans Cedex2, France, Brahim.Sarh@cnsr-orleans.fr, toufik.boushaki@cnsr-orleans.fr

³Equipe de Recherche en Thermique, Energie et Environnement (ERTEE), l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique RABAT (ENSET), B.P. 6207 Rabat-Instituts Rabat Maroc, iliasbakhattar@gmail.com

Résumé

Dans le cadre du projet VERA (Valorisation Energétique des Résidus Agricoles), une chaudière à biomasse a été conçue et réalisée au sein de l'Equipe de Matériaux et Energies Renouvelables (EMER) de la faculté des sciences de Meknès en collaboration avec le laboratoire ICARE (Institut de Combustion Aérothermique, Réactivité et Environnement) du CNRS d'Orléans.

L'objectif de cette étude expérimentale est la validation de l'utilisation des grignons d'olives comme combustible à l'aide d'une comparaison avec celle de bois.

Les expériences réalisées montrent que la température moyenne dans la chaudière se situe autour de 700°C pour les grignons et 670°C pour la sciure de bois avec des variations pouvant atteindre 100°C dépendamment de l'alimentation en combustible. Dans la présente communication, les distributions de températures au sein de la chambre de combustion des grignons et de la sciure de bois sont présentées et analysées. Le prélèvement des gaz de combustion est réalisé via une sonde d'un analyseur multi-gaz placé en sortie des fumées. L'analyse des gaz de combustion tels que NO, CO, CO₂ et O₂ sont illustrés et discutés.

Mots clefs : *Valorisation énergétique, Biomasse, Grignons d'olives, Combustion, Lit fixe, Polluants.*

1. Introduction

Le développement durable exige un approvisionnement durable et accessible en énergie propre et renouvelable à condition qu'elle ne cause pas de répercussions sociales négatives. Les sources d'énergie telles que les déchets de la biomasse sont des sources d'énergie considérés généralement comme durables [1].

Une variété de sources de déchets agricoles comme les grignons d'olives génèrent d'énormes quantités (objectif du plan Maroc vert 2.500.000 tonnes de la filière oléicole à l'horizon 2020 [2]) contenant une proportion importante des matières biodégradables organiques [3].

Cependant la déforestation a pris des proportions et une rapidité jamais atteintes, et rien que pour les coupes illégales, ce sont vers 2010 environ 5 millions d'héctar de forêt qui sont coupés par an [4].

La disponibilité des grignons d'olive au Maroc à mener l'équipe du projet VERA (Valorisation Energétique des Résidus Agricoles) de tracer comme but d'identifier la possibilité d'utiliser les grignons d'olive comme combustible, dès lors une chaudière a été conçue et réalisée.

Notre étude va se focaliser sur la comparaison de combustion des grignons d'olive et de la sciure du bois sur deux plans, le premier est le maintien de la températures et le deuxième est l'analyse d'émission de gaz.

2. Matériels et méthodes

2.1 Propriétés du combustible

2.1.1 Propriétés de bois

Le bois est l'un des matériaux les plus appréciés pour son pouvoir calorifique d'environ 19,10 MJ/Kg [5], sa composition élémentaire moyenne est la suivante (tableau 1) :

Elément chimique	C	O2	H2	N2	Ca,K,Mg
Pourcentage (%)	49,8	43,1	6,2	0,2	0,7

Tableau 1 : Pourcentage moyen des composants chimiques dans le bois



Figure 1: La sciure de bois

2.1.2 Propriétés des grignons d'olive

Les grignons d'olive sont composés de peaux, de résidus de pulpe, de fragments de noyau, d'eau et d'une quantité d'huile résiduelle. Leurs compositions changent d'un type d'olive à un autre mais, en générale, ils sont constitués de l'eau, de cendre, de la matière volatile et du carbone fixe.

Les Grignons d'olive sont aussi connus par leur pouvoir calorifique de ces résidus élevé 22,14MJ/Kg [6].

Elément chimique	C	O2	H2	N2	Ca,K,Mg
Pourcentage (%)	52,11	41,16	6,73	1,40	<0,30

Tableau 2 : Composition élémentaire des grignons [7].



Figure 2 : Grignons d'olives bruts

2.2 Description de la chaudière à biomasse

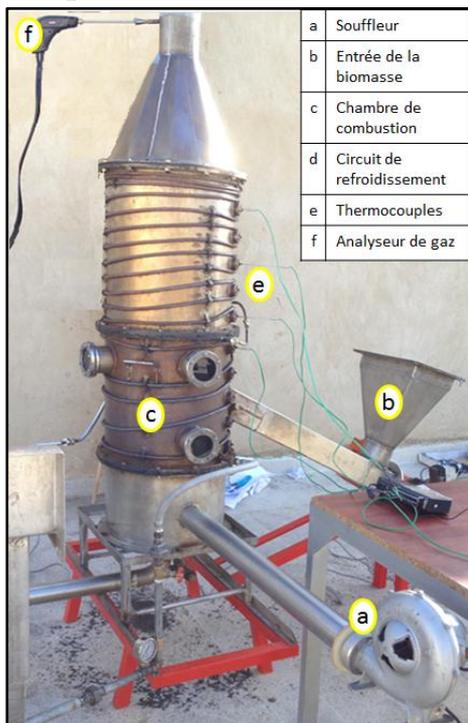


Figure 3: La chaudière à biomasse en mode opératoire.

La chaudière à biomasse conçue et réalisée par l'équipe VERA est dotée d'un foyer à grille et est essentiellement composée de deux compartiments distincts dont l'un représente la chambre de combustion centrée sur l'entrée d'air primaire, injecté par un souffleur à débit variable (Figure 3). Un convergent est déposé sur le second compartiment et est connecté à la cheminée afin de canaliser les fumées et limiter les infiltrations de l'air par

le dessus. Des orifices disposés verticalement ont été percées dans chacune des faces des deux compartiments à différentes hauteurs afin d'y mettre différents capteurs de mesures (température, pression, fluxmètre, etc.). En outre, les faces externes de la chambre sont équipées des hublots en verre teinté permettant la visualisation de l'écoulement et la flamme à l'intérieur de la chaudière, de même la chaudière est munie d'un système qui assure le refroidissement de la paroi (Figure 3).

2.3 Protocole de la mise en marche de la chaudière (Figure 3)

1. Préparation des granulés des grignons d'olives : On utilise des tamis pour l'obtention d'une granulométrie homogène.
2. Introduction d'une quantité déterminée de la biomasse dans la chambre de combustion via la vis sans fin, et l'étaler au bas de la chambre.
3. Nettoyage des hublots avec l'acétone s'ils sont sales.
4. Mise en place des capteurs de températures au niveau des parois.
5. Lancement de l'analyseur de gaz et installation de sa sonde de prélèvement à la sortie des fumées.
6. Mise en place des ventilateurs pour l'injection d'air.
7. Injection d'un faible débit d'air.
8. Allumage avec un allumeur à gaz à travers les accès optiques.
9. Adaptation du débit d'injection de l'air et de l'introduction de la biomasse jusqu'à l'obtention d'une flamme stable.
10. L'alimentation en biomasse se fait périodiquement chaque 30 secondes.

3. Résultats et discussion

3.1 Champ de température des grignons d'olive et de la sciure de bois de la chambre de combustion

En appliquant le protocole de la mise en marche de la chaudière avec un lit fixe pour la combustion d'un combustible (grignons d'olives ou sciure du bois), on est parvenu à allumer les grignons d'olive (ou la sciure du bois). Dans ces deux cas, les flammes obtenues étaient stables (Figure 4), ce qui assure la bonne répartition du feu sur la surface de la biomasse et la distribution régulière de l'air vu son injection uniforme à travers la surface de la grille.



Figure 4: Flammes de la combustion des grignons d'olive.

L'évolution de la température dans la chambre de combustion est caractérisée par des variations en dents de scie avec une périodicité approximative de 30 secondes et dont les valeurs varient autour d'une moyenne de 706°C avec un pic de 794°C pour les grignons. D'autre part, pour la sciure de bois la température oscille autour d'une valeur moyenne de 676°C avec un pic de 790°C, l'aspect de ces deux courbes peut être justifié par le type d'alimentation en biomasse qui se fait par période (Pour maintenir une température moyenne requise dans la chambre de combustion), ainsi que les deux étapes que doit subir la biomasse à l'intérieur de la chambre avant la combustion à savoir le séchage et la pyrolyse (Figure 4).

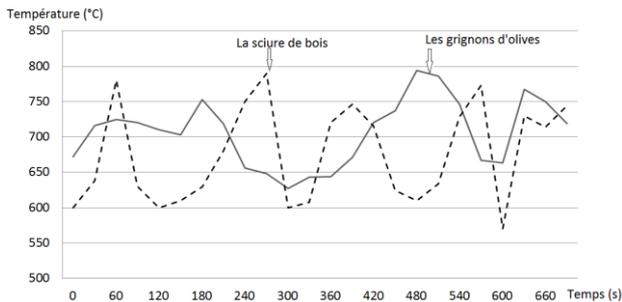


FIGURE 4: Evolution de la température des gaz issus de la combustion des grignons et de la sciure de bois au sein de la chaudière

3.2 Analyse de gaz de combustion des grignons d'olive et de la sciure de bois

Le «Tableau 3» montre les résultats de l'analyse des gaz en sortie de la chaudière. Ce sont des valeurs moyennes obtenues à partir des valeurs instantanées.

L'analyse des gaz de combustion montre que les émissions de NO_x sont relativement faibles. Ce sont des résultats très positifs car ils sont bien inférieurs aux normes standards de limitation de polluants [8].

Le taux de CO est relativement très élevé pour le bois qui dépasse 15000 ppm or pour les grignons le taux est aux alentours de 1270 ppm.

	Fumée des Grignons	Fumée Sciure de bois
CO (ppm)	1272,2	15485,2
NO (ppm)	59,8	16,4
CO ₂ (%)	8,4	2,7
Nox (ppm)	62,0	5,5

Tableau 3-Analyse de gaz de combustion des grignons d'olive et de la sciure de bois.

4. Conclusion

Cet article a présenté quelques résultats obtenus par la combustion des grignons d'olive et la combustion de la sciure de bois dans une chaudière à biomasse en procédant aux mêmes étapes pour les deux tests. La chaudière a été réalisée récemment dans le cadre du projet VERA entre la région de Meknès Tafilalet et la région Centre Val de Loire en France. La première remarque concerne la bonne inflammation des grignons

d'olive ainsi que la sciure de bois et la stabilité de la combustion. Les expériences ont montré que l'évolution de la température au sein de la chambre de combustion est caractérisée par des ondulations dont les valeurs varient autour d'une valeur moyenne de 700°C pour les grignons et 670°C pour le bois. Les fortes valeurs de températures des gaz obtenues permettront de produire la vapeur qui sera éventuellement utilisée avec une micro turbine pour la production de l'électricité. L'analyse des gaz de combustion a montré des résultats très intéressants en termes des émissions polluantes. En effet, on a observé de faibles valeurs des oxydes d'azote NO_x, bien inférieures aux valeurs limites standards et absence des SO_x. En revanche, le taux de CO est relativement fort pour la sciure de bois, a priori à cause de l'hétérogénéité du produit (présence de vapeur d'eau), ainsi que le mélange entre réactifs (air et bois).

Remerciements :

L'équipe VERA tient à remercier la région Centre Val de Loire (France) qui a financé ce travail.

Références

- [1] R. Kothari, V.V. Tyagi, A. Pathak, Waste-to-energy: a way from renewable energy sources to sustainable development, *Renewable Sustainable Energy Rev.* 14 (2010) 3164–3170.
- [2] www.agriculture.gov.ma/pages/la-strategie
- [3] G.N. Tiwari, M.K. Ghosal, *Fundamentals of Renewable Energy Sources*, Alpha Science International, Ltd, 2007.
- [4] Étude publiée par le think tank anglais Chatham House en 2010
- [5] Kastanaki E. and Vamvuka. (2006). A comparative reactivity and kinetic study on the combustion of coal-biomass char blends. *Fuel*, 1186-1193.
- [6] Al-Widyan M. I., T. G. (2006). Combustion and emissions of pulverised olive cake in tube furnace. *Energy Conversion Management* 47, 1588-1596.
- [7] AjmiaChouchene. (2010). Etude expérimentale et théorique de procédés de valorisation de sous-produits oléicoles par voies thermique et physico-chimique.
- [8] www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux 2013/articles/la-legislation-europeenne-sur-12019 air.